Über die Bahn des Planeten Ino (173).

Von Dr. **Gottlieb Bečka,**

Assistent der k. k. Sternwarte zu Prag.

Der Planet Ino wurde am 2. August 1877 von Herrn Borelly in Marseille entdeckt. Die ersten aus den im genannten Jahre vorgenommenen Beobachtungen abgeleiteten Elemente wurden vom Herrn Prof. Tietjen im Circular zum Berl. Astr. Jahrb. Nr. 104 publicirt und sind auch der folgenden Bahnbestimmung zu Grunde gelegt.

Diese Elemente sind:

M	=	329°	33'	46"61	August 6·5 1877 (Berl. Z.)
π	=	13	24	36·50	mittl. Äqu. 1877·0
☊	=	148	33	48·80	mittl. Äqu. 1877·0
i	=	14	14	50·80	mittl. Äqu. 1877·0
φ	=	11	48	31·20	
μ	=	780"1988			

Von der Opposition im Jahre 1879 sind mir nur drei in der Übersicht mit Nr. 47—49 bezeichneten Beobachtungen bekannt, die ich bei der Rechnung benützen konnte.

Die Störungen, welche der Planet von Jupiter und Saturn erleidet, sind in der nachstehenden Tafel enthalten; dabei ist δv die Störung in der wahren Anomalie, $\delta\rho$ die Störung in dem Radiusvector und z der senkrechte Abstand von der Bahnebene. Als Moment der Osculation ist 1877 Juli 15·5 gewählt.

	12ʰ mittl. Zeit Berlin	δv	$\delta \rho$	
1877	25. Juni.....	— 0ʺ14	— 3	— 4
	4. August	— 0·12	— 6	— 4
	13. Sept.	— 0·84	— 76	— 28
	23. Oct...	— 1·58	— 255	— 62
	2. Dec.	— 1·47	— 553	— 97
1878	11. Jänner	+ 0·29	— 947	—124
	20. Februar	+ 4·19	—1385	—138
	1. April....	+10·23	—1802	—134
	11. Mai	+17 99	—2134	—113
	20. Juni.	+26·77	—2325	— 75
	30. Juli .	+35·78	—2337	— 20
	8. Sept.	+44·33	—2146	+ 46
	18. Oct......	+51·84	—1741	+124
	27. Nov.	+57·90	—1120	+209
1879	6. Jänner.	+62·25	— 285	+298
	15. Februar	+64·70	+ 758	+388
	27. März	+65·13	+2000	+476
	6. Mai	+63·43	+3435	+559

Mit Berücksichtigung dieser Werthe und mittelst der oben angeführten Elemente wurde dann eine genaue Ephemeride berechnet, und mit derselben alle Beobachtungen sorgfältig verglichen. Das Resultat dieser Vergleichung ist in der nachstehenden Übersicht enthalten.

Gruppe	Nr.	Datum	Beob. — Rech. $d\alpha$	Beob. — Rech. $d\delta$	Beobachtungsort
I.	1.	1877 Aug. 2·58	—2ʺ60	+ 6ʺ00	Marseille
	2.	3·54	+1·79	+ 0·85	Paris
	3.	3·55	+1·29	+ 2·57	Marseille
	4.	4·56	+0·55	+ 2·87	Berlin
	5.	5·52	+3·50	+ 0·32	Leipzig
	6.	5·52	+0·61	+ 1·31	Berlin
	7.	5·55	+2·13	+ 5·10	Leipzig
	8.	6·49	+3·74	+ 2·62	Leipzig
	9.	6·52	+6·54	+ 2·21	Marseille
	10.	6·53	+2·23	+ 1·81	Leipzig
	11.	6·55	+1 92	+ 0·66	Berlin
	12.	7·44	+5·97	+ 0·93	Leipzig
	13.	7·53	+1·73	+ 1·09	Leipzig
	14.	8 46	+6·46	+ 1·38	Paris
	15.	9·46	+0·32	— 0·20	Marseille
	16.	9·51	+2·44	+12·83	Leipzig
	17.	10 63	—2·62	— 0·01	Marseille

Gruppe	Nr.	Datum	Beob. — Rech.		Beobachtungsort
			$d\alpha$	δd	
II.	18.	1877 Aug. 13·52	— 3 33	+ 0·09	Leipzig
	19.	13·55	+ 5·21	+ 2·88	„
	20.	14·44	+ 5·90	— 4·71	Marseille
	21.	15·56	+ 0·39	+ 1·38	Berlin
	22.	15·59	— 3·54	— 0·35	Leipzig
	23.	17·47	— 1·02	+ 1·05	„
	24.	18·42	— 0·98	+ 1·96	„
	25.	23 48	+ 0·75	+ 5·16	Marseille
III.	26.	Sept. 1·47	— 5·22	— 0·80	Berlin
	27.	2·49	— 3·88	— 1·84	„
	28.	4·45	+ 4·46	— 6·85	„
	29.	6·43	— 0·09	— 0·77	Leipzig
	30.	8·37	— 10·77	+ 1·41	
	31.	9·50	— 6·63	— 0·38	
	32.	10·37	— 4·26	— 0·80	
	33.	12·48	— 3·44	+ 3·27	
IV.	34.	Oct. 3·41	— 0·90	— 2·83	Berlin
	35.	4·39	— 7·89	— 3·73	„
	36.	5 40	— 1·45	— 2·94	Leipzig
	37.	6·35	— 8·33	— 9·24	
	38.	9·38	— 16·05	— 8 04	
	39.	14 35	— 7·04	— 0·87	
V.	40.	25·33	— 1·24	— 4·10	Berlin
	41.	27·33	+ 5·72	+ 2·40	Leipzig
VI.	42.	Nov. 4·32	+ 2·53	+ 5·20	Berlin
	43.	6·30	— 10·44	— 3·92	Leipzig
	44.	7·30	— 6·79	— 5 02	„
	45.	8 31	— 3·38	— 2·53	„
VII.	46.	Dec. 7·28	+ 3·81	+ 4·48	Berlin
VIII.	47.	1879 Jän. 20·44	+217·57	+ 6·48	Düsseldorf
	48.	21·46	+216·70	+ 8·45	Leipzig
	49.	Febr. 2·40	+215·24	+10·99	„

Die Abweichungen $d\alpha$ und $d\delta$ wurden nun in acht in der Übersicht mit römischen Zahlen bezeichnete Gruppen abgetheilt, wodurch sich in den geographischen Längen λ und Breiten β folgende übrigbleibende Fehler ergaben:

	Beob. — Rech.	
	$d\lambda \cos\beta$	$d\beta$
I.	$+\ 2''89$	$+\ 1''52$
II.	$+\ 0\cdot73$	$+\ 0\cdot72$
III.	$-\ 3\cdot67$	$+\ 0\cdot51$
IV.	$-\ 7\cdot77$	$-\ 1\cdot97$
V.	$-\ 2\cdot28$	$-\ 0\cdot03$
VI.	$-\ 4\cdot53$	$+\ 0\cdot10$
VII.	$+\ 5\cdot11$	$+\ 2\cdot71$
VIII.	$+206\cdot11$	$+54\cdot14$

Zur Ausgleichung dieser Fehler und möglichst genauen Verbesserung der obigen Elemente dienen die Gleichungen:

$0\cdot37021\, dlo$	$+_n9\cdot84652\, d\pi$	$+\ 8\cdot71941\, d\Omega$	$+\ 7\cdot64147\, di$
	$+\ 8\cdot73047\, (d\mu)$	$+_n0\cdot36441\, d\varphi$	$+_n0\cdot46090 = 0$
$0\cdot38907\, dlo$	$+_n9\cdot86667\, d\pi$	$+\ 8\cdot74421\, d\Omega$	$+_n8\cdot26482\, di$
	$+\ 8\cdot73115\, (d\mu)$	$+_n0\ 37945\, d\varphi$	$+_n9\cdot86332 = 0$
$0\cdot39267\, dlo$	$+_n9\cdot87350\, d\pi$	$+\ 8\cdot69320\, d\Omega$	$+_n8\cdot84155\, di$
	$+\ 8\ 65318\, (d\mu)$	$+_n0\cdot38133\, d\varphi$	$+\ 0\cdot56467 = 0$
$0\ 316\ 9\, dlo$	$+_n9\cdot81078\, d\pi$	$+\ 8\cdot67605\, d\Omega$	$+_n9.09157\, di$
	$+\ 8\cdot57196\, (d\mu)$	$+_n0\cdot29232\, d\varphi$	$+\ 0\cdot89042 = 0$
$0\cdot25341\, dlo$	$+_n9\ 76161\, d\pi$	$+\ 8\cdot58546\, d\Omega$	$+_n9\cdot15830\, di$
	$+\ 8\cdot66087\, (d\mu)$	$+_n0\cdot19536\, d\varphi$	$+\ 0\ 35793 = 0$
$0\cdot21924\, dlo$	$+_n9\cdot73674\, d\pi$	$+\ 8\cdot54270\, d\Omega$	$+_n9\cdot18076\, di$
	$+\ 8\cdot73632\, (d\mu)$	$+_n0\cdot12979\, d\varphi$	$+\ 0\cdot65610 = 0$
$0\cdot14529\, dlo$	$+_n9\cdot68523\, d\pi$	$+\ 8\cdot32675\, d\Omega$	$+_n9\cdot20734\, di$
	$+\ 8\cdot94532\, (d\mu)$	$+_n9\ 89781\, d\varphi$	$+_n0\cdot70842 = 0$
$0\cdot14328\, dlo$	$+\ 9\cdot00251\, d\pi$	$+\ 8\cdot45133\, d\Omega$	$+\ 9\cdot17108\, di$
	$+\ 9\cdot86986\, (d\mu)$	$+\ 0\cdot44622\, d\varphi$	$+_n2\cdot31410 = 0$
$9\cdot77264\, dlo$	$+\ 9\cdot22327\, d\pi$	$+\ 9\cdot62727\, d\Omega$	$+\ 8\cdot24254\, di$
	$+\ 6\cdot73643\, (d\mu)$	$+\ 9\cdot82344\, d\varphi$	$+_n0\cdot18184 = 0$
$_n9\cdot78941\, dlo$	$+\ 9\cdot25926\, d\pi$	$+\ 9\cdot64066\, d\Omega$	$+_n8\cdot86433\, di$
	$+_n7\cdot94152\, (d\mu)$	$+\ 9\cdot79984\, d\varphi$	$+_n9\cdot85733 = 0$
$_n9\cdot81611\, dlo$	$+\ 9\ 31946\, d\pi$	$+\ 9\cdot63679\, d\Omega$	$+_n9\ 43678\, di$
	$+_n8\cdot47782\, (d\mu)$	$+\ 9\cdot72005\, d\varphi$	$+_n9\cdot70757 = 0$
$_n9\cdot81002\, dlo$	$+\ 9\cdot33854\, d\pi$	$+\ 9\cdot56144\, d\Omega$	$+_n9\cdot68336\, di$
	$+_n8\ 70141\, (d\mu)$	$+\ 9\cdot55098\, d\varphi$	$+\ 0\cdot29447 = 0$
$_n9\cdot77298\, dlo$	$+\ 9\cdot30988\, d\pi$	$+\ 9\cdot48796\, d\Omega$	$+_n9\cdot74909\, di$
	$+_n8\cdot73833\, (d\mu)$	$+\ 9\cdot40017\, d\varphi$	$+\ 8\cdot47712 = 0$
$_n9\cdot74327\, dlo$	$+\ 9\cdot28362\, d\pi$	$+\ 9\cdot44284\, d\Omega$	$+_n9\cdot77188\, di$
	$+_n8\cdot74172\, (d\mu)$	$+\ 9\cdot29603\, d\varphi$	$+_n9\cdot00000 = 0$
$_n9\cdot63925\, dlo$	$+\ 9\ 18608\, d\pi$	$+\ 9\cdot31016\, d\Omega$	$+_n9\cdot80855\, di$
	$+_n8\cdot71655\, (d\mu)$	$+\ 8\cdot87703\, d\varphi$	$+_n0\cdot43297 = 0$
$9\cdot51549\, dlo$	$+\ 7\cdot82737\, d\pi$	$+_n9\cdot53047\, d\Omega$	$+_n9\cdot81687\, di$
	$+\ 9\cdot20458\, (d\mu)$	$+\ 9\cdot81429\, d\varphi$	$+_n1\cdot73352 = 0$

Dabei ist $(d\mu) = 1000\, d\mu$, und die mittlere Länge l_0 gilt für den 6·5 August 1877.

Die sechs Gleichungen, zu welchen die Methode der kleinsten Quadrate führt, nämlich:

$$
\begin{array}{llllll}
dlo = & {}_n9\cdot46029\, d\pi & +{}_n8\cdot41943\, d\Omega & +\ 7\cdot88013\, di & +\ 8\cdot75904\, (d\mu) \\
 & & & +{}_n9\cdot86294\, d\varphi & +{}_n0\cdot91479 = 0 \\
 & d\pi & +\ 8\cdot60478\, d\Omega & +{}_n8\cdot98738\, di & +\ 0\cdot10099\, (d\mu) \\
 & & & +\ 0\cdot85753\, d\varphi & +{}_n2\cdot58235 = 0 \\
 & & d\Omega & +{}_n9\cdot75647\, di & +{}_n8\cdot76281\, (d\mu) \\
 & & & +{}_n9\cdot60803\, d\varphi & +\ 0\cdot95008 = 0 \\
 & & & di & +\ 8\cdot72012\, (d\mu) \\
 & & & +\ 9\cdot48370\, d\varphi & +\ 9\cdot87360 = 0 \\
 & & (d\mu) & +\ 0\cdot87091\, d\varphi & +{}_n2\cdot29921 = 0 \\
 & & & d\varphi & +\ 1\cdot73648 = 0,
\end{array}
$$

liefern folgende Werthe für die Unbekannten:

$$
\begin{aligned}
dl_0 &= -62''967 \\
d\pi &= +11\cdot334 \\
d\Omega &= -\ 5\cdot082 \\
di &= -15\cdot857 \\
d\varphi &= -54\cdot510 \\
d\mu &= +\ 0\cdot6041
\end{aligned}
$$

Die übrigbleibenden Fehler, wie sie sich durch die directe Vergleichung ergeben, sind:

	Beob.—Rech.	
	$d\lambda \cos\beta$	$d\beta$
I.	—0″17	+0″71
II.	—0·03	+0·08
III.	—1·84	+1·35
IV.	—0·84	—1·59
V.	+1·78	—0·24
VI.	—1·45	—0·91
VII.	—0·08	—0·33
VIII.	—0·36	+0·98

Die angeführten Correctionen auf die obigen Elemente angebracht, geben als

definitive Elemente:

M =	329°	32′	32″31	August 6·5 1877 B. Z.
π =	13	24	47·83	mittl. Äqu. 1877.0
☊ =	148	33	43·72	
i =	14	14	34·94	
φ =	11	47	36·69	
μ =	780″8029			

Mittelst der definitiven Elemente wurde die Berechnung der Oppositions-Ephemeride für das Jahr 1880 mit Rücksicht auf die Störungen von Jupiter und Saturn ausgeführt.

Störungen.

12h mittl. Zeit Berlin	δv	$\delta \rho$	z
1879 15. Juni.....	+ 59″56	+ 5051	+ 635
25. Juli	+ 53·42	+ 6841	+ 701
3. Sept....	+ 44·90	+ 8794	+ 754
13. Oct..	+ 33·94	+10900	+ 792
22. Nov.	+ 20 35	+13147	+ 812
1880 1. Jänner	+ 3·99	+15523	+ 813
10. Februar	— 15·35	+18012	+ 793
21. März	— 37·92	+20597	+ 750
30. April....	— 63·99	+23259	+ 682
9. Juni.....	— 93·91	+25972	+ 589
19. Juli	—128·15	+28707	+ 470
28. August.	—167·13	+31427	+ 324

Oppositions-Ephemeride für das Jahr 1880.

12h mittl. B. Z.	A. R. app.	Decl. app.	Log Δ	Log r
1880 März 8	13h 22m 55s29	+5° 5′ 8″68	0·38248	0 51910
9	13 22 25·30	13 6·61		
10	21 54·29	21 6·92		
11	21 22·29	29 9·22		
12	20 49·31	37 13·16	0·37790	0·51917
13	20 15·39	45 18·26		
14	19 40·56	+5 53 24·35		
15	19 4·87	+6 1 31·00		
16	18 28·32	9 37·82	0·37406	0·51923
17	17 50·96	17 44·47		

12h mittl. B. Z.	A. R. app.	Decl. app.	Log Δ	Log r
1880 März 18	13h 17m 12s83	+ 6 25' 50"40		
19	16 33·96	33 55·25		
20	15 54·37	41 58·66	0·37101	0·51928
21	15 14·12	50 0·27		
22	14 33·24	+ 6 57 59·75		
23	13 51·76	+ 7 5 56·76		
24	13 9·73	13 50 94	0·36879	0·51932
25	12 27·17	21 41·93		
26	11 44·14	29 29·37		
27	11 0·66	37 12·90		
28	10 16·78	44 52·19	0·36742	0·51934
29	9 32·54	52 26·78		
30	8 47·97	+ 7 59 56·40		
31	8 3·12	+ 8 7 20·79		
April 1	7 18·03	14 39·46	0·36693	0·51936
2	6 32·73	21 52·03		
3	5 47·30	28 58·27		
4	5 1·75	35 57·77		
5	4 16·14	42 50·22	0·36731	0·51936
6	3 30·53	49 35·41		
7	2 44·94	+ 8 56 12·74		
8	1 59·41	+ 9 2 44 96		
9	1 48·02	9 2·86	0·36857	0·51935
10	13h 0 28·80	15 14·99		
11	12h 59 43·78	21 18·52		
12	58 59·03	27 13·16		
13	58 14·57	32 58·56	0·37067	0·51932
14	57 30·46	38 34·71		
15	56 46·73	44 0·93		
16	56 3·43	49 17·09		
17	55 20·60	54 22·06	0·37359	0·51929
18	54 38·28	+ 9 59 17·74		
19	53 56·50	+10 4 3·03		
20	53 15·30	8 37·80		
21	52 34·70	13 1·99	0·37726	0·51925
22	51 54·74	17 15·88		
23	51 15·47	21 18·32		
24	50 36·91	25 10·10		
25	49 59·08	28 51·08	0·38163	0·51919
26	49 22·01	32 21·10		

12h mittl. B. Z.	A. R. app.	Decl. app.	Log Δ	Log r
1880 April 27	12h 48m 45s73	+10° 35' 40"10		
28	48 10·27	38 48·03		
29	47 35·66	41 44·84	0·38665	0·51912
30	47 1·92	44 30·56		
Mai 1	46 29·06	47 5·11		
2	45 57·13	49 28·40		
3	45 26·14	51 40·70	0·39224	0·51904
4	44 56·12	53 41·79		
5	44 27·09	55 31·73		
6	43 59·06	57 10·55		
7	43 32·06	58 38·29	0·39834	0·51895
8	43 6.09	+10 59 55·11		
9	42 41·18	+11 1 0·92		
10	42 17·36	1 55·85		
11	41 54·63	2 39·95	0·40489	0·51885
12	41 32·98	3 13·42		
13	41 12·45	3 36·28		
14	40 53·03	3 48·66		
15	40 34·74	3 50·66	0·41181	0·51873
16	40 17·59	3 42·47		
17	40 1·58	3 24·01		
18	39 46·71	2 55·72		
19	39 32·97	2 17·30	0·41903	0·51861
20	39 20·40	1 29·20		
21	39 8·98	+11 0 31·40		
22	38 58·73	+10 59 24·06		
23	38 49·63	10 58 7·24	0·42650	0·51848

Opposition mit ☉ den 6. April um 6h.